

**ANALISIS PENGURANGAN POTENSI BANJIR DARI ASPEK
HIDROLOGI MELALUI PEMODELAN SPASIAL SKENARIO
PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS CILIWUNG HULU,
JAWA BARAT**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Geografi Fakultas Geografi**

Oleh :

YAYANG PUTRIA DHOFIR

E100171352

**PROGRAM STUDI GEOGRAFI
FAKULTAS GEOGRAFI
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISIS PENGURANGAN POTENSI BANJIR DARI ASPEK
HIDROLOGI MELALUI PEMODELAN SPASIAL SKENARIO
PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS CILIWUNG HULU, JAWA BARAT**

PUBLIKASI ILMIAH

oleh :

YAYANG PUTRIA DHOFIR

E100171352

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Dosen

Pembimbing

A handwritten signature in black ink, consisting of a large, stylized 'C' followed by a series of loops and a final 'K' shape.

Drs. Munawar Cholil, M.Si

HALAMAN PENGESAHAN
ANALISIS PENGURANGAN POTENSI BANJIR DARI ASPEK
HIDROLOGI MELALUI PEMODELAN SPASIAL SKENARIO
PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS CILIWUNG HULU, JAWA BARAT

OLEH
YAYANG PUTRIA DHOFIR
E100171352

Telah dipertahankan oleh Dewan Penguji
Fakultas Geografi
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jum'at, 02 November 2018
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

1. **Drs. Munawar Cholil, M.Si**
(Ketua Dewan Penguji)

2. **Dra. Alif Noor Anna, M.Si**
(Anggota I Dewan Penguji)

3. **Agus Anggoro Sigit, S.Si, M.Sc**
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)

(.....)

(.....)

Plt. Dekan,



Drs. Priyono, M.Si

NIK. 331

PERTANYAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan Saya di atas, maka akan Saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 25 Oktober 2018

Penulis



YAYANG PUTRIA DHOFIR

E100171352

ANALISIS PENGURANGAN POTENSI BANJIR DARI ASPEK HIDROLOGI MELALUI PEMODELAN SPASIAL SKENARIO PENGUNAAN LAHAN DI SUB DAS CILIWUNG HULU, JAWA BARAT

Abstrak

Wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu mengalami konversi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun yang tinggi, sehingga mempengaruhi fungsi hidrogeologis di Sub DAS Ciliwung Hulu yang memicu terjadinya banjir. Potensi banjir dapat diidentifikasi melalui nilai debit puncak air limpasan permukaan. Hal inilah yang mendasari dilaksanakannya penelitian untuk mengidentifikasi nilai debit puncak air limpasan permukaan dan menganalisis skenario penggunaan lahan optimum guna mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu. Debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu ditentukan berdasarkan metode rasional dengan faktor yang mempengaruhi adalah faktor koefisien limpasan permukaan, intensitas curah hujan, dan luas Sub DAS Ciliwung Hulu. Nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu menunjukkan bahwa sebesar 61% dari total air hujan yang jatuh ke permukaan tanah di Sub DAS Ciliwung Hulu akan menjadi air limpasan permukaan. Kondisi tersebut bersamaan dengan intensitas curah hujan yang tinggi (113 mm/hari) mengakibatkan tingginya nilai debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu, yaitu sebesar 40,27 m³/detik. Upaya pengurangan potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu dilakukan dalam bentuk pemodelan spasial skenario penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu yang menghasilkan 3 skenario, yaitu skenario penambahan luas hutan 0% (S0), 25% (S25), dan 50% (S50). Skenario ini dibuat dengan hanya mempertimbangkan kondisi fisik lahan secara alamiah tanpa memperhatikan otoritas kepemilikan atau pengelolaan lahan, yaitu dengan memilih lahan yang sesuai untuk kawasan hutan lindung di Sub DAS Ciliwung Hulu sebagai wilayah penambahan luas lahan hutannya. Pemodelan spasial skenario penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu menunjukkan penurunan nilai debit puncak air limpasan permukaan secara berangsur-angsur, yaitu S0 (40,27 m³/detik), S25 (38,29 m³/detik), dan S50 (36,31 m³/detik). Skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu adalah S50 dengan komposisi penggunaan lahan berupa penggunaan lahan hutan dan kebun campuran (69,38%), perkebunan teh dan tegalan (12,87%), permukiman dan lahan terbangun lain (14,23%), dan sawah (3,52%).

Kata kunci: Debit Puncak Air Limpasan Permukaan, Pemodelan Spasial Skenario Penggunaan Lahan, Potensi Banjir, Sub DAS Ciliwung Hulu.

Abstract

Increased land conversion from vegetation land into built land in ciliwung watershed's upstream sub-area could be affecting the hydrogeological function which triggers flood potential. The flood potential can be identified by peak discharge of ciliwung watershed's upstream sub-area. That was underlies of research implementation to identify the value of peak discharge and analyze optimum land use scenario to reduce flood potential in ciliwung watershed's upstream sub-area. Peak discharge of ciliwung watershed's upstream sub-area

was determined from rational method with surface runoff coefficient, rainfall intensity, and area of watershed which influenced it. The value of surface runoff coefficient shows that 61% of the total rainfall will be surface runoff in ciliwung watershed's upstream sub-area. This condition, with high rainfall intensity (113 mm/day) is equally increasing peak discharge of ciliwung watershed's upstream sub-area which was 40,27 m³/s. To effort reduction of flood potential in ciliwung watershed's upstream sub-area, this research were carried out 3 spatial modelling of land use scenarios, which was addition forest area 0% (S0), 25% (S25), and 50% (S50). That scenario was only considering by physical condition of the land without regard to the authority of land ownership or management. The forest additional area was chosen by area which suitable for protected forest areas. The result of spatial modelling of land use scenarios shows a gradual decreases in the value of peak discharge, which was S0 (40,27 m³/s), S25 (38,29 m³/s), and S50 (36,31 m³/s). S50 is the optimum land use scenario to reduction of flood potential in ciliwung watershed's upstream sub-area that has 69,38% of forest lands and mix gardens, 12,87% of tea plantations and horticultures, 14,23% of settlements and other built lands, 3,52% of rice fields. **Keywords:** Peak Discharge, Spatial Modelling of Land Use Scenarios, Flood Potential, Ciliwung Watershed's Upstream Sub-Area.

1. PENDAHULUAN

Lingkup daerah Sub DAS Ciliwung Hulu (Kecamatan Cisarua dan Megamendung) ditetapkan sebagai kawasan resapan air dan pengendali banjir dalam Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005 – 2025 pada Pasal 49 tentang Perencanaan Kawasan Strategis Puncak. Akan tetapi, konversi lahan vegetasi menjadi lahan terbangun di Sub DAS Ciliwung Hulu ini tinggi, sehingga mempengaruhi fungsi hidrogeologis di Sub DAS Ciliwung Hulu yang memicu terjadinya banjir. Hal ini dibuktikan dengan adanya kejadian bencana banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu dan sekitarnya pada tanggal 12 Februari 2010 yang diakibatkan oleh kerusakan vegetasi akibat alih fungsi dan tata lahan berdasarkan penjelasan pada Laporan Akhir Kajian Lingkungan Strategis dalam Rangka Penyempurnaan Penataan Ruang Kabupaten Bogor, Bappeda tahun 2010. Berdasarkan data perubahan penggunaan lahan tahun 2006 – 2016 yang diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung menunjukkan bahwa penggunaan lahan terbangun permukiman di DAS Ciliwung khususnya Sub DAS Ciliwung Hulu mengalami peningkatan sebesar 7,18% (Tabel 1).

Tabel 1. Perubahan Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu tahun 2006 - 2016

No	Jenis Penggunaan Lahan	Luas Tahun 2006		Luas Tahun 2016		Perubahan	
		Ha	%	Ha	%	Ha	%
1	Hutan Lahan Kering Primer	0,162	0,00	0	0,00	-0,162	0,00
2	Hutan Lahan Kering Sekunder	1205,808	24,77	776,964	15,96	-428,844	-8,91
3	Hutan Tanaman	1480,301	32,46	1611,930	33,11	131,629	2,70
4	Belukar	25,761	0,53	14,887	0,31	-10,874	-0,22
5	Perkebunan	546,535	11,23	858,913	17,64	312,378	6,42
6	Permukiman	236,422	4,86	585,860	12,03	349,438	7,18
7	Tanah Terbuka	20,312	0,42	0	0,00	-20,312	-0,42
8	Pertanian Lahan Kering	1592,200	32,71	1237,671	25,42	-354,529	-7,28
9	Pertanian Lahan Kering Campur	359,430	9,44	0	0,00	-359,430	-7,38
Total		4868,20	4868,20	100	4868,20	100	

Sumber : Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung dan Data Hasil Pengolahan, 2018

Pengurangan potensi banjir dapat dilakukan dengan upaya pengendalian pemanfaatan ruang, seperti yang disebutkan dalam Keputusan Presiden Republik Indonesia Nomor 114 Tahun 1999 tentang Penataan Ruang Kawasan Bogor-Puncak-Cianjur, upaya pengendalian pemanfaatan ruang dilakukan dengan tujuan untuk menjamin tersedianya air tanah, air permukaan, dan penanggulangan banjir bagi Kawasan Bopunjur beserta daerah hilirnya. Upaya pengendalian pemanfaatan ruang ini diwujudkan melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir dari aspek hidrologi. Aspek hidrologi yang dibahas adalah aspek debit puncak air limpasan permukaan. Nilai debit puncak air limpasan permukaan yang semakin meningkat di suatu wilayah akan memicu peningkatan potensi banjir di wilayah tersebut. Aspek debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu dipengaruhi oleh nilai koefisien limpasan permukaan, intensitas curah hujan, dan luas Sub DAS Ciliwung Hulu.

Pemodelan spasial untuk skenario penggunaan lahan dilakukan dengan penambahan luasan lahan untuk penggunaan lahan hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu. Skenario penggunaan lahan optimum yang dipilih adalah skenario penggunaan lahan yang mampu mengurangi potensi banjir dengan nilai debit puncak air limpasan permukaan terkecil, namun tetap memiliki komposisi penggunaan lahan yang secara logis dapat direalisasikan sebagai wilayah penambahan luas hutan. Analisis pengurangan potensi banjir dari aspek hidrologi melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu

ini dilakukan untuk mendukung perencanaan tata ruang wilayah Kabupaten Bogor. Hasil dari penelitian juga diharapkan dapat membantu upaya pemerintah sebagai bahan acuan dalam pengendalian pemanfaatan ruang Kabupaten Bogor khususnya wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu, sehingga DAS dapat berfungsi dengan baik sebagai konservasi air.

2. METODE

Metode yang digunakan adalah metode survei yang dilakukan untuk mengatasi masalah tingginya potensi banjir yang dilihat dari aspek hidrologi melalui pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum. Metode survei ini melakukan pengamatan terkait parameter-parameter yang dapat meningkatkan potensi banjir, yaitu debit puncak air limpasan permukaan yang kemudian dilakukan pemodelan spasial untuk mengurangi potensi banjir tersebut.

Dua tahap utama pengolahan data dalam penelitian adalah tahap perhitungan debit puncak air limpasan permukaan dan tahap pemodelan spasial skenario penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu.

2.1 Tahap perhitungan debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu

Tahap perhitungan debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu dilakukan berdasarkan metode rasional dengan rumus :

$$Q = k.C.I.A..... (1)$$

Besarnya debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu (Q) dipengaruhi oleh konstanta (k) yang digunakan untuk konversi satuan, koefisien limpasan permukaan (C), intensitas curah hujan (I), dan luas Sub DAS Ciliwung Hulu (A). Umumnya nilai konstanta dalam metode rasional adalah 0,278, tetapi dalam penelitian ini nilai konstanta yang digunakan adalah 0,012 mengingat data intensitas curah hujan yang digunakan memiliki satuan mm/hari.

Penentuan nilai koefisien limpasan permukaan (C) dilakukan berdasarkan metode *Cook's* dengan menjumlahkan harkat dari setiap parameter, yaitu parameter kemiringan lereng, infiltrasi tanah, simpanan air permukaan, dan penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu. Tahap penentuan koefisien

limpasan permukaan dilakukan dengan teknik ekstraksi data, interpolasi, interpretasi citra, uji akurasi, perhitungan kerapatan aliran, dan pengharkatan.

Teknik ekstraksi data dilakukan untuk menentukan faktor infiltrasi tanah yang diperoleh dari peta jenis tanah Sub DAS Ciliwung Hulu. Adapun teknik interpolasi dilakukan pada data kontur untuk memperoleh peta kemiringan lereng Sub DAS Ciliwung Hulu, sedangkan teknik interpretasi citra dan uji akurasi dilakukan untuk memperoleh peta penggunaan lahan dari Citra SPOT-6 Sub DAS Ciliwung Hulu. Teknik perhitungan kerapatan aliran dilakukan untuk mengetahui kondisi simpanan air permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu dari perbandingan panjang total sungai (km) dengan luas Sub DAS Ciliwung Hulu (km²). Teknik pengharkatan dilakukan dengan metode pengharkatan berjenjang untuk menentukan tingkat pengaruh dari setiap parameter yang kemudian digabungkan menjadi nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu.

Hasil dari penggabungan setiap parameter menunjukkan beberapa klasifikasi koefisien limpasan permukaan yang berbeda, sehingga untuk menentukan nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu dilakukan perhitungan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$C_{DAS} = \frac{C_1A_1 + C_2A_2 + \dots + C_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

C_{DAS} = Koefisien Limpasan Permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu.

C_1, C_n = Koefisien limpasan setiap klasifikasi

A_1, A_n = Luas wialyah setiap klasifikasi

Perhitungan intensitas curah hujan Sub DAS Ciliwung Hulu dilakukan berdasarkan metode isohyet dengan membuat garis-garis kontur isohyet yang menghubungkan titik-titik intensitas curah hujan yang sama berinterval 10 mm. Perhitungan intensitas curah hujan rata-rata tahunan Sub DAS Ciliwung Hulu dilakukan menggunakan rumus isohyet, sebagai berikut :

$$\bar{P} = \frac{A_1 \left(\frac{P_1 + P_2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{P_2 + P_3}{2} \right) + \dots + A_n \left(\frac{P_n + P_{n+1}}{2} \right)}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

\bar{P} = Intensitas curah hujan rata-rata Sub DAS Ciliwung Hulu

P_1, P_n = Intensitas curah hujan masing-masing kontur isohyet

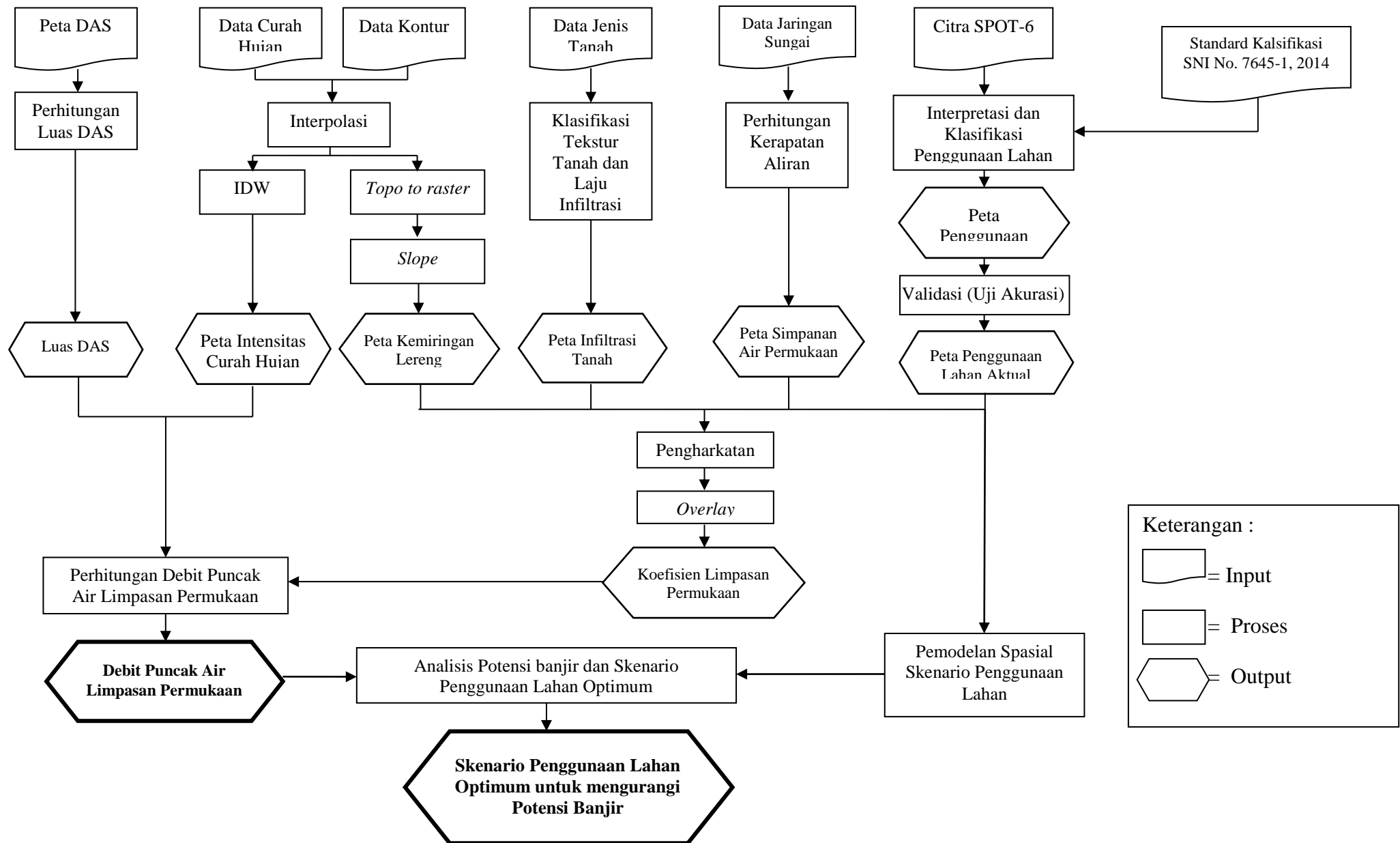
A_1, A_n = Luas wilayah antara dua kontur isohyet

Penentuan luas DAS dalam perhitungan nilai debit puncak air limpasan permukaan ini didasarkan pada data sekunder yang diperoleh dari Balai Pengelolaan DAS Citarum-Ciliwung yang menunjukkan bahwa Sub DAS Ciliwung Hulu memiliki luas wilayah sebesar 4868,2 km².

2.2 Tahap Pemodelan Spasial Skenario Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu

Pembentukan skenario penggunaan lahan dilakukan berdasarkan penambahan luas lahan hutan dalam penggunaan lahan aktual Sub DAS Ciliwung Hulu. Penambahan luas lahan hutan dilakukan berdasarkan analisis klasifikasi kesesuaian lahan untuk kawasan hutan lindung di Sub DAS Ciliwung Hulu. Skenario penggunaan lahan yang digunakan berupa skenario S0 (penambahan luas hutan 0%), S25 (penambahan luas hutan 25%), S50 (penambahan luas hutan 50%). Pemilihan skenario penggunaan lahan ini didasari oleh besarnya intervensi manusia terhadap lahan hutan di Sub DAS Ciliwung Hulu pada tahun 2016 dalam bentuk penggunaan lahan perkebunan, permukiman, dan pertanian lahan kering dengan luas lahan mencapai 51,34% dari luas lahan hutannya, sehingga skenario dibentuk hingga skenario S50 untuk mencapai hasil optimum dalam upaya pengurangan potensi banjir.

Skenario 0 (S0) penggunaan lahan adalah gambaran penggunaan lahan aktual Sub DAS Ciliwung Hulu yang digunakan sebagai bahan perbandingan antara nilai debit puncak air limpasan permukaan aktual dengan nilai debit puncak air limpasan permukaan dari skenario lain. Sementara itu, skenario S25 (S25) dibentuk sebagai skenario tengah untuk melihat kelipatan debit banjir yang dapat dikurangi berdasarkan kelipatan penambahan luas hutan dari 0%, 25%, hingga 50%. Skenario penggunaan lahan ini dibuat dengan hanya mempertimbangkan kondisi fisik lahan secara alamiah tanpa memperhatikan otoritas kepemilikan atau pengelolaan lahan. Keseluruhan proses dalam setiap tahap pengolahan data dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Debit Puncak Air Limpasan Permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu

Kondisi debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu termasuk tinggi dengan nilai sebesar 40,27 m³/detik, yang menunjukkan bahwa terdapat volume air sebesar 40,27 m³ yang tidak dapat tertampung oleh sungai-sungai di Sub DAS Ciliwung Hulu dan menjadi air limpasan permukaan pada setiap detiknya. Kondisi ini menggambarkan tingginya potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu. Nilai debit puncak air limpasan permukaan tersebut dipengaruhi oleh nilai koefisien limpasan permukaan, intensitas curah hujan rata-rata, dan luas Sub DAS Ciliwung Hulu. Nilai debit puncak air limpasan permukaan ini ditentukan dari hasil perhitungan berikut :

$$\begin{aligned} Q &= k \cdot C \cdot I \cdot A \\ &= 0,012 \cdot 0,61 \cdot 113 \cdot 48,682 \\ &= 40,27 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Keterangan :

Q = Debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu (m³/detik)

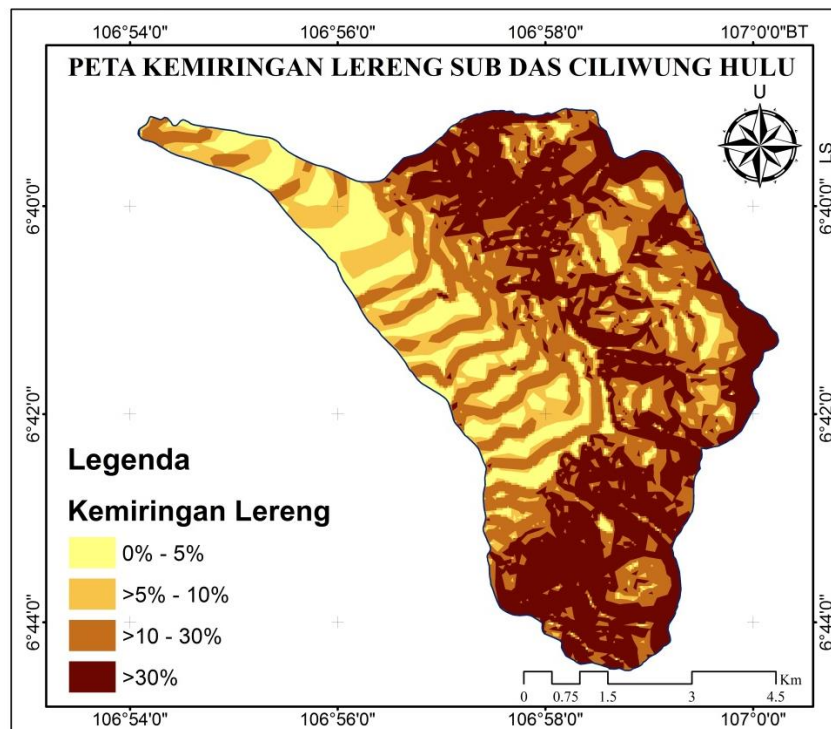
k = Nilai konstanta (0,012)

C = Koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu

I = Intensitas curah hujan Sub DAS Ciliwung Hulu (mm/hari)

A = Luas Sub DAS Ciliwung Hulu (km²)

Nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu adalah 0,61 (61%) yang berarti bahwa sebesar 45% dari total air hujan yang jatuh ke permukaan tanah di Sub DAS Ciliwung Hulu akan menjadi air limpasan permukaan, berdasarkan kondisi fisiknya, yaitu kondisi kemiringan lereng, infiltrasi tanah, simpanan air permukaan, dan penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu. Adapun kondisi fisik Sub DAS Ciliwung Hulu yang paling berpengaruh terhadap tingginya nilai koefisien limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu ini adalah kondisi kemiringan lereng yang didominasi oleh kelas lereng IV (>30%) dengan relief medan terjal dan kasar. Wilayah yang berada di bagian paling Timur dan Utara Sub DAS Ciliwung Hulu ini menyumbang nilai koefisien sebesar 0,40 terhadap nilai koefisien limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu. Kondisi kemiringan lereng Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Peta Kemiringan Lereng Sub DAS Ciliwung Hulu

Selain itu, besarnya intervensi manusia terhadap penggunaan lahan hutan dalam bentuk penggunaan lahan perkebunan teh, tegalan, dan permukiman di Sub DAS Ciliwung Hulu juga ikut berperan dalam meningkatkan nilai koefisien limpasan permukaannya. Hal ini disebabkan karena terganggunya fungsi penggunaan lahan hutan sebagai kawasan resapan air yang seharusnya dapat membantu mengurangi nilai koefisien limpasan permukaan. Berkaitan dengan itu, intervensi manusia terhadap penggunaan lahan hutan ini bahkan terjadi pada lahan-lahan dengan kemiringan lereng tinggi, sehingga semakin memicu peningkatan nilai koefisien limpasan permukaannya, mengingat lahan dengan kemiringan lereng yang tinggi ini adalah penyumbang nilai koefisien limpasan permukaan terbesar di Sub DAS Ciliwung Hulu. Komposisi luas setiap jenis penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu

No	Penggunaan Lahan	Luas	
		km ²	%
1	Hutan Lahan Rendah Sekunder	0,533	1,09
2	Hutan Lahan Tinggi Sekunder	20,761	42,65
3	Kebun Campuran	1,830	3,76
4	Lahan Terbangun Lain	0,238	0,49
5	Perkebunan Teh	9,754	20,04
6	Permukiman	6,889	14,15
7	Tanaman Semusim Lahan Basah (Sawah)	1,714	3,52
8	Tanaman Semusim Lahan Kering (Ladang/Tegalan)	6,958	14,29
Total		48,682	100

Sumber : Data Hasil Pengolahan, 2018

Selain faktor koefisien limpasan permukaan tersebut, faktor intensitas curah hujan juga memiliki pengaruh terhadap tingginya nilai debit puncak air limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu. Sub DAS Ciliwung Hulu memiliki intensitas curah hujan rata-rata sebesar 113 mm/hari. Kondisi ini mencerminkan bahwa Sub DAS Ciliwung Hulu memiliki intensitas curah hujan rata-rata yang tinggi (>100 mm/hari), sehingga dapat memicu meningkatnya debit puncak air limpasan permukaannya.

Kondisi Sub DAS Ciliwung Hulu yang merupakan Sub DAS terbesar di DAS Ciliwung dengan luas wilayah sebesar $48,682 \text{ km}^2$ juga memiliki pengaruh terhadap tingginya debit puncak air limpasan permukaannya. Besarnya luas wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu yang memiliki percabangan sungai yang banyak ini berpengaruh terhadap singkatnya waktu konsentrasi air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke outlet Sub DAS Ciliwung Hulu. Kondisi ini berakibat pada tingginya limpasan air permukaan, karena aliran air pada titik konsentrasi belum mengecil/habis, tetapi air dari percabangan sungai lain sudah tiba.

3.2 Pemodelan Spasial Skenario Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu

Penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu didominasi oleh penggunaan lahan hutan, meskipun begitu nilai debit puncak air limpasan permukaan di Sub DAS Ciliwung Hulu masih termasuk tinggi. Hal ini disebabkan karena banyaknya konversi lahan dari hutan menjadi non-hutan. Data perubahan penggunaan lahan Sub DAS Ciliwung Hulu tahun 2006 – 2016 menunjukkan bahwa konversi lahan hutan menjadi non-hutan terjadi sebesar 8,91% dari luas keseluruhan wilayah Sub DAS Ciliwung Hulu. Besarnya konversi lahan di Sub DAS Ciliwung Hulu diakibatkan oleh besarnya intervensi manusia terhadap penggunaan lahan hutan dalam bentuk penggunaan lahan perkebunan teh, tegalan, dan permukiman yang mencapai luas 51,34% dari lahan hutan tersebut. Oleh karena itu, dilakukan pemodelan spasial skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu dengan menambahkan luasan lahan hutan sebesar 0%, 25%, dan 50% dalam bentuk skenario penggunaan lahan S0, S25, dan S50. Komposisi penambahan luas hutan Sub DAS Ciliwung Hulu setiap skenario dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Komposisi Penambahan Luas Hutan Sub DAS Ciliwung Hulu

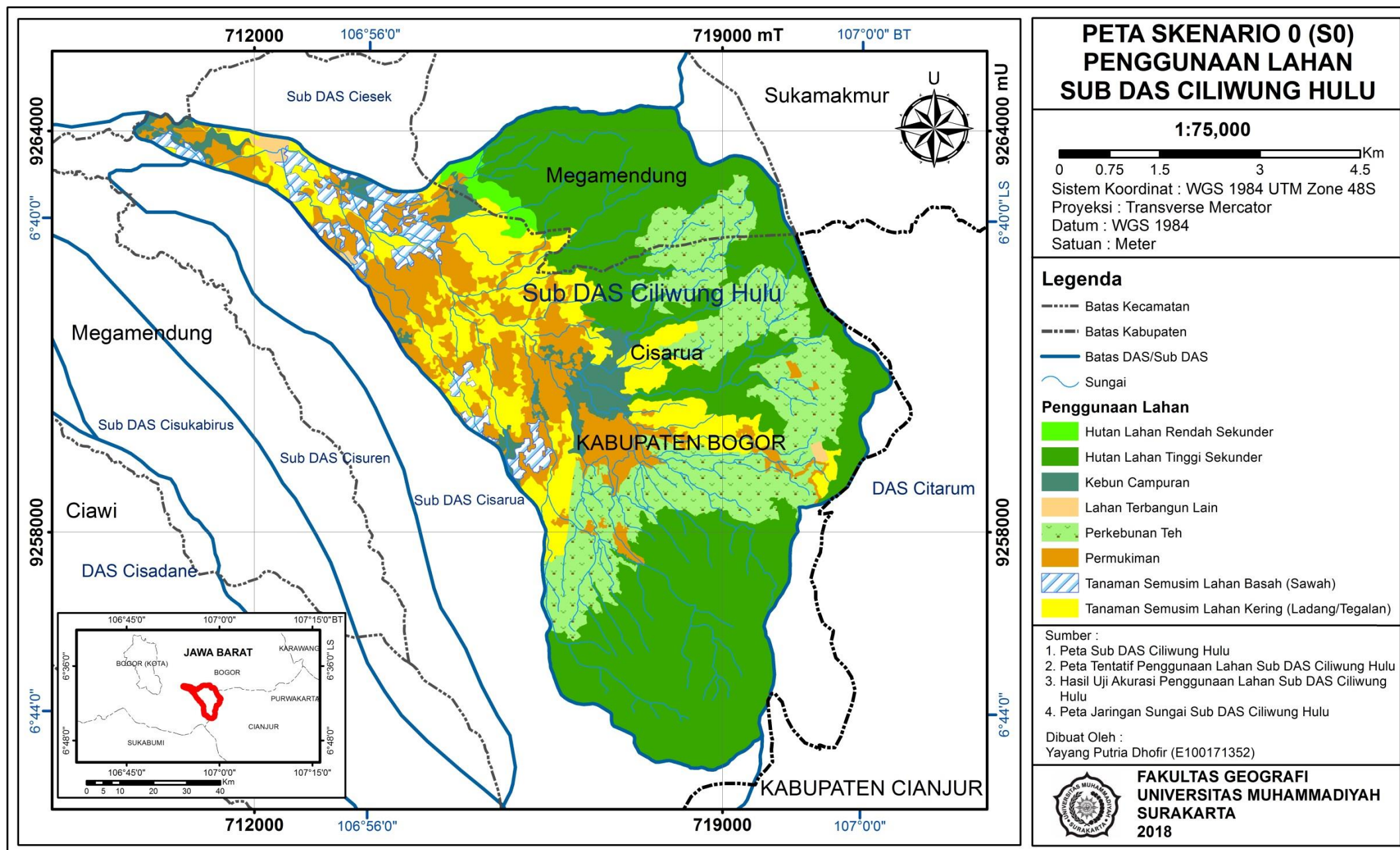
Luas Keseluruhan Hutan (km^2)	Luas Penambahan Hutan setiap Skenario (km^2)		
	S0	S25	S50
21,294	0	5,324	10,647

Sumber : Data Hasil Pengolahan, 2018

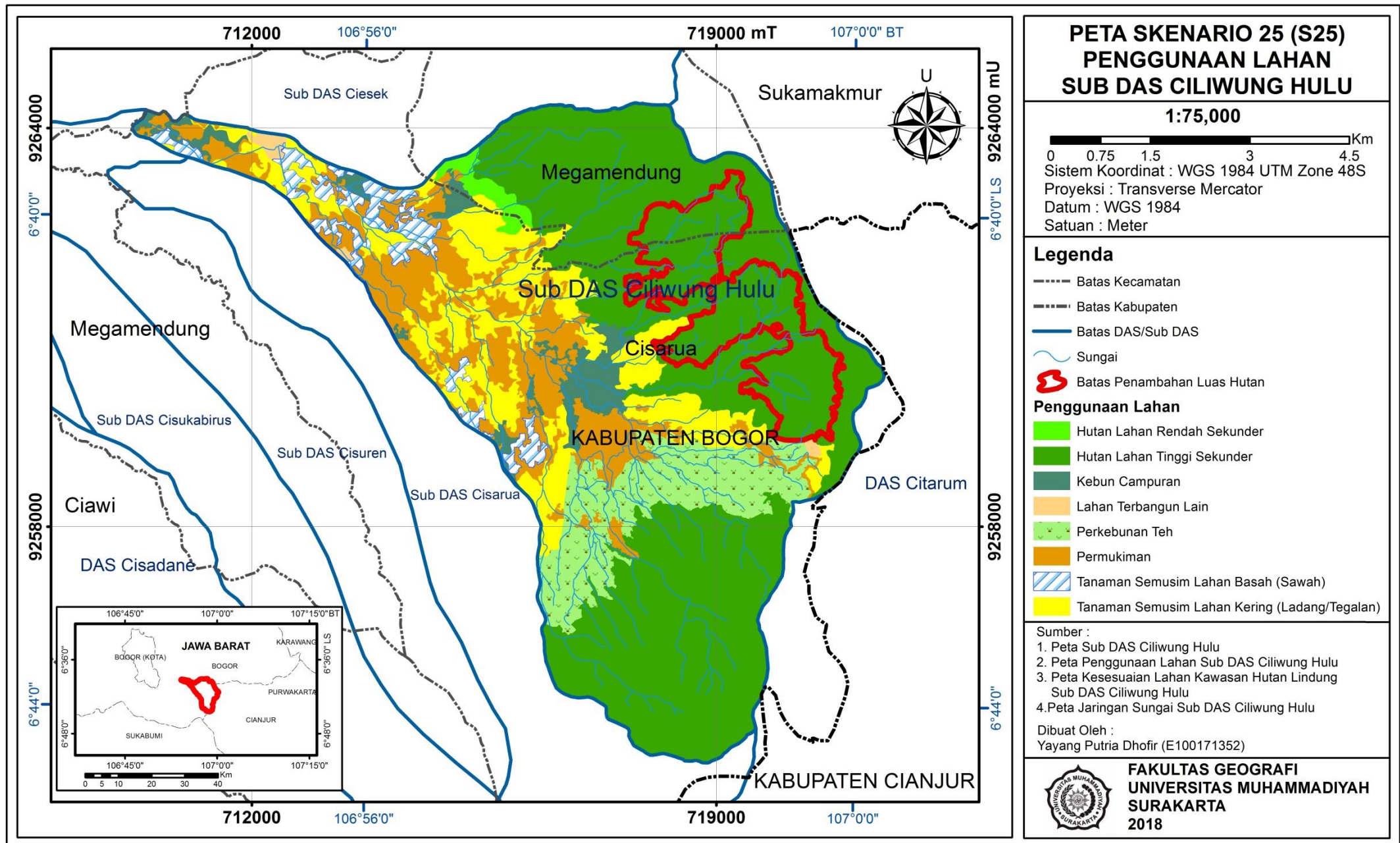
Skenario 0 (S0) memiliki wilayah penambahan luas hutan sebesar 0%, sehingga kondisi penggunaan lahannya sesuai dengan kondisi aktual di lapangan. Hal ini menunjukkan bahwa nilai debit puncak air limpasan permukaan dari skenario ini juga menunjukkan nilai debit puncak aktual Sub DAS Ciliwung Hulu, yaitu sebesar 40,27 m³/detik. Kondisi debit puncak air limpasan permukaan ini termasuk tinggi, sehingga dapat dikatakan bahwa potensi banjir di skenario ini juga tinggi. Kondisi penggunaan lahan dalam skenario 0 ini ditunjukkan pada Gambar 3.

Skenario 25 (S25) memiliki wilayah penambahan luas hutan sebesar 25% dari luas keseluruhan lahan hutan Sub DAS Ciliwung Hulu. Wilayah penambahan luas hutan ini keseluruhannya berada di wilayah penggunaan lahan perkebunan teh. Hal ini disebabkan karena keseluruhan lahan perkebunan teh berada di wilayah yang sesuai untuk kawasan hutan lindung, sehingga menjadi prioritas dalam penambahan luas hutan di skenario ini. Penambahan luas lahan hutan sebesar 25% dalam skenario ini mampu mengurangi nilai koefisien limpasan permukaan sebesar 0,03 (3%) dari 0,61 menjadi 0,58. Turunnya nilai koefisien limpasan permukaan dalam skenario ini mengakibatkan nilai debit puncak air limpasan permukaannya juga menurun sebesar 1,98 m³/detik. Nilai debit puncak air limpasan permukaan pada skenario ini adalah 38,29 m³/detik. Kondisi penggunaan lahan dalam skenario 25 dapat dilihat pada Gambar 4.

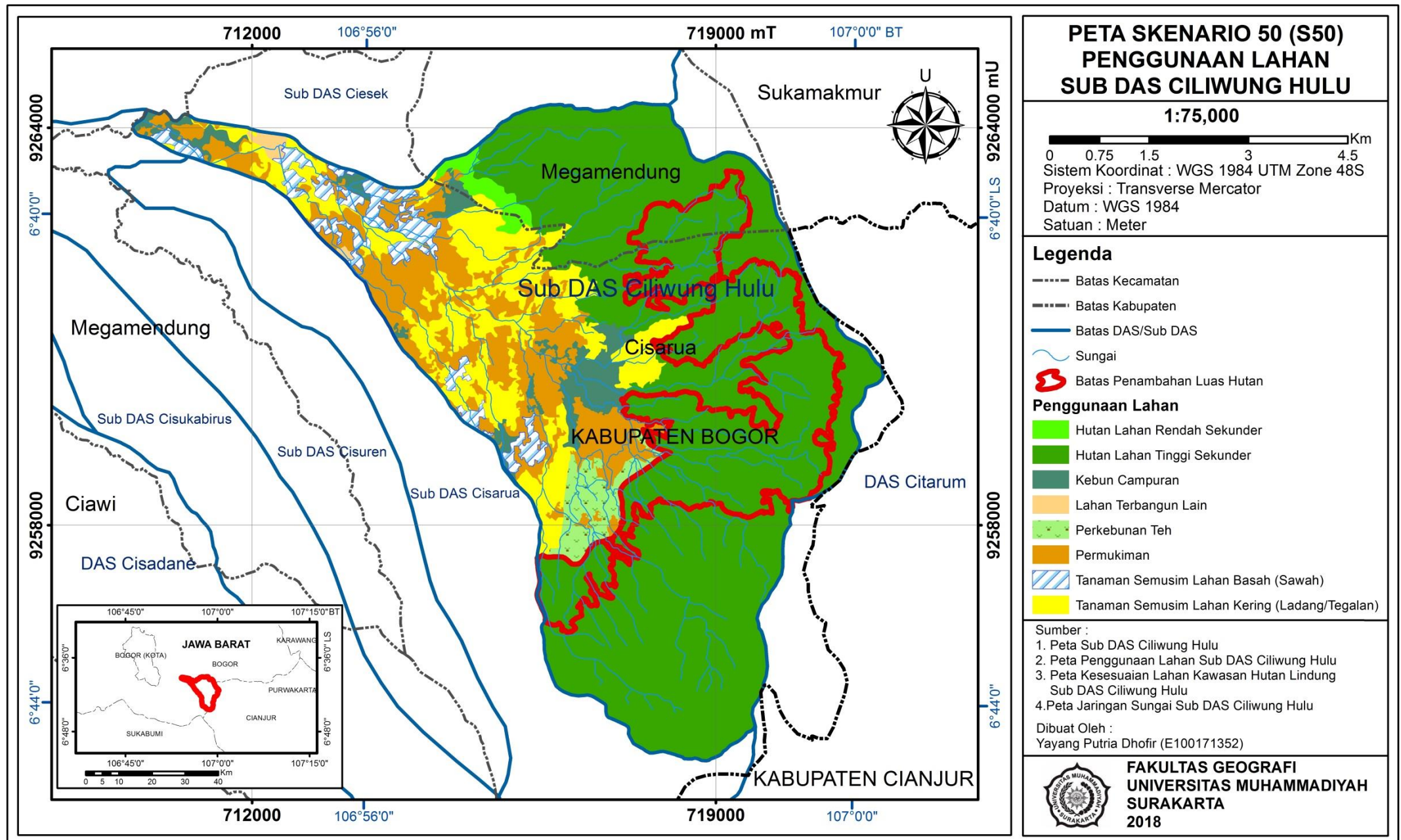
Skenario 50 memiliki wilayah penambahan luas hutan sebesar 50% dari luas keseluruhan lahan hutan Sub DAS Ciliwung Hulu, sehingga memiliki komposisi penggunaan lahan berupa penggunaan lahan hutan dan kebun campuran (69,38%), perkebunan teh dan tegalan (12,87%), permukiman dan lahan terbangun lain (14,23%), dan sawah (3,52%) seperti yang terlihat dalam Gambar 5. Nilai debit puncak air limpasan permukaan yang dihasilkan dalam skenario ini sebesar 36,31 m³/detik. Skenario 50 dalam penelitian ini dipilih sebagai skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu. Hal ini disebabkan karena skenario 50 telah mampu mengurangi potensi banjir dengan penurunan nilai debit puncak air limpasan permukaan sebesar 3,96 m³/detik dari nilai debit aktualnya, namun tetap memiliki komposisi penggunaan lahan yang secara logis dapat direalisasikan sebagai wilayah penambahan luas hutan, yaitu penggunaan lahan teh sebesar 8,590 km², tegalan 1,858 km², permukiman 0,142 km², dan lahan terbangun lain 0,057 km². Komposisi penggunaan lahan yang digunakan sebagai wilayah penambahan hutan dalam skenario ini tidak banyak menggunakan lahan terbangun, yaitu hanya sebesar 0,199 km² dalam bentuk permukiman dan lahan terbangun lain. Akan tetapi, besarnya penggunaan lahan perkebunan teh dan tegalan yang digunakan sebagai wilayah penambahan hutan ini menjadikan realisasi skenario penggunaan lahan ini dapat mengganggu aktivitas ekonomi masyarakat setempat.



Gambar 3. Peta Skenario 0 (S0) Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu



Gambar 4. Peta Skenario 25 (S25) Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu



Gambar 5. Peta Skenario 50 (S50) Penggunaan Lahan Sub DAS Ciliwung Hulu

4. PENUTUP

Nilai debit puncak air limpasan permukaan Sub DAS Ciliwung Hulu termasuk tinggi dengan nilai 40,27 m³/detik. Nilai debit puncak air limpasan permukaan yang tinggi ini dipengaruhi oleh kondisi fisik Sub DAS Ciliwung Hulu yang didominasi oleh wilayah dengan kemiringan lereng tinggi (>30%) yang menyumbang nilai koefisien sebesar 40%. Selain itu, besarnya luas lahan intervensi manusia terhadap hutan dalam bentuk penggunaan lahan perkebunan teh, tegalan, dan permukiman dari lahan hutan tersebut dapat mengganggu kawasan resapan air di Sub DAS Ciliwung Hulu yang juga dapat meningkatkan nilai debit puncak air limpasan permukaan dan memicu peningkatan potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu. Skenario penggunaan lahan optimum untuk mengurangi potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu ini adalah skenario 50 (S50) yang telah mampu menurunkan nilai debit puncak air limpasan permukaan sebesar 3,96 m³/detik dengan komposisi penggunaan lahan berupa penggunaan lahan hutan dan kebun campuran (69,38%), perkebunan teh dan tegalan (12,87%), permukiman dan lahan terbangun lain (14,23%), dan sawah (3,52%). Penurunan debit puncak air limpasan permukaan ini mencerminkan penurunan potensi banjir di Sub DAS Ciliwung Hulu.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah. (2010). Laporan Akhir Kajian Lingkungan Strategis dalam Rangka Penyempurnaan Penataan Ruang Kabupaten Bogor tahun 2010. *Laporan Kajian Lingkungan Strategis*. Kabupaten Bogor : Bappeda.
- Sekretariat Bupati. (2008). Peraturan Daerah. Peraturan Daerah Kabupaten Bogor. Perda Nomor 19 Tahun 2008 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kabupaten Bogor tahun 2005-2025. *Lembaran Negara RI tahun 2008*. Kabupaten Bogor : Sekretariat Bupati.
- Sekretariat Negara. (1999). Peraturan Pemerintah. Keputusan Presiden Republik Indonesia. Keppres Nomor 114 tahun 1999 tentang Penataan Ruang Kawasan Bogor-Puncak-Cianjur. *Lembaran Negara RI tahun 1999*. Jakarta : Sekretariat Negara.